

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ВИБРАЦИИ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ МОЛОТКОВ С УЧЕТОМ ВЫСШИХ ГАРМОНИК

В. Ф. ГОРБУНОВ, Ю. А. ОПАРИН, В. И. БАБУРОВ

(Представлена кафедрой горных машин и рудничного транспорта)

Исследованиям ручных пневматических молотков посвящено много работ различных авторов, но вопрос виброизоляции полностью еще не решен. Необходимость быстрее решения этого вопроса обоснована санитарно-гигиеническими работниками на анализе патологических процессов в организме рабочих, использующих ручной механизированный инструмент [1—3].

В данной статье излагаются результаты исследований и оценки рубильных и клепальных молотков по санитарным нормам на вибрацию с учетом спектрального ее состава.

Исследуя возникновение и развитие вибрационной болезни, гигиенисты отмечают важное значение частоты вибрации. Наиболее характерным симптомом вибрационной болезни является спазм кровеносных сосудов. Обследование работающих пневматическим инструментом показало, что первые признаки проявления спазма сосудов имели место при частоте вибрации 35 гц, а наибольшее количество заболеваний приходится на частоту 100 гц [1].

Чтобы знать амплитуду и частоту вибрации при 60—100 гц, необходимо либо провести испытания молотков с замерами вибрации датчиками, настроенными на определенные частоты, либо воспользоваться методом гармонического анализа. Авторы получили описываемые результаты с помощью гармонического анализа по методу группирования Тейлора [4], наиболее простому для небольшого порядка гармоник.

При исследовании рубильных и клепальных молотков типа МР и КЕ в Томском политехническом институте были получены виброграммы молотков при различных давлениях воздуха и усилиях нажатия и установлено, что зависимость амплитуды вибрации основной частоты от усилия нажатия носит сложный экстремальный характер (рис. 1). По мере увеличения усилия нажатия вибрация корпуса молотка сначала минимальная по амплитуде, а затем максимальная. Минимум амплитуды соответствует «плавающему» режиму колебания корпуса молотка, а максимум — предельно основному режиму. С гигиенической точки зрения работа в «плавающем» режиме наиболее благоприятна, но выдерживать этот режим очень трудно. Большей частью рабочий создает усилие нажатия, соответствующее предельно основному режиму колебаний молотка, т. е. в самых неблагоприятных условиях, поэтому оценка мо-

лотков по санитарным нормам производится нами именно в этом наиболее опасном режиме.

Оценка молотков типа КЕ и МР по амплитуде вибрации основной частоты показала, что все молотки, кроме МР-4 и МР-5, удовлетворяют требованиям санитарных норм. Если же принять во внимание необходи-

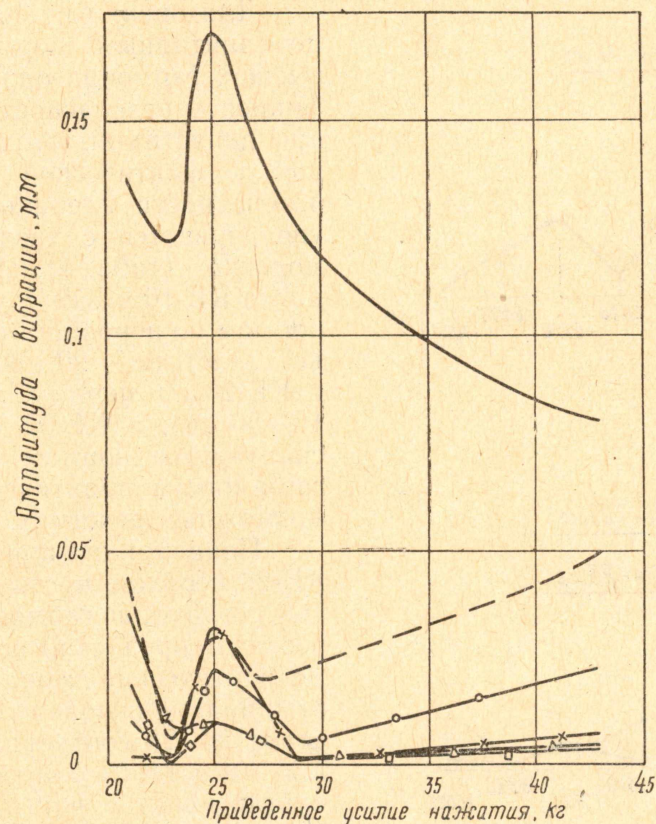


Рис. 1. Амплитудно-силовые зависимости шести гармоник вибрации молотка КЕ-16:

— 1 (основная) гармоника, — — — 2 гармоника, —●— 3 гармоника, —△— 4 гармоника, —□— 5 гармоника, —×— 6 гармоника

мость снижения допустимой амплитуды вибрации в 2 или 3 раза при наличии субгармоник [3], то ни один молоток не пройдет по санитарным нормам.

При гармоническом анализе мы ограничились шестью гармониками вибрации, так как они для разных молотков охватывают спектр частот до 360 гц, то есть всю область частот, вызывающих вибрационную болезнь [1].

По результатам анализа построены спектрограммы (рис. 2), на которых амплитуда основной частоты принималась за единицу, а остальные гармоники оценивались отношением амплитуды высшей гармоники к основной. По мере увеличения усилия нажатия амплитуды высших гармоник увеличиваются. С увеличением веса клепальных молотков максимум амплитуды в «плавающем» режиме перемещается от 60 гц к частоте 80 гц, а в предельно основном режиме — от 100 к 60 гц. У рубильных же молотков в обоих режимах с увеличением веса молотка максимум амплитуды перемещается к гармоникам более высоких порядков.

Амплитудно-силовые зависимости, построенные для каждой высшей гармоники (рис. 1), имеют такой же характер изменения, что и для основной гармоники, т. е. в «плавающем» режиме амплитуда минимальная, а в предельно основном — максимальная.

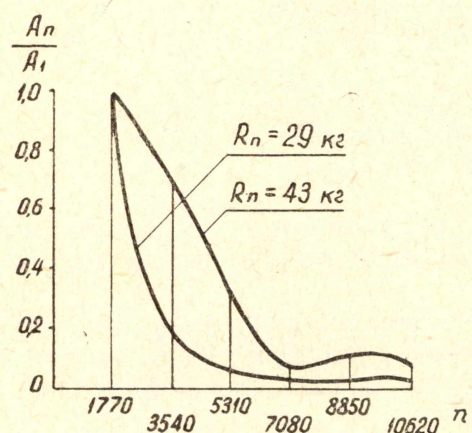
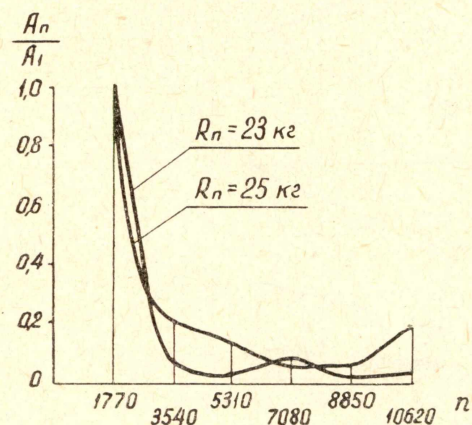
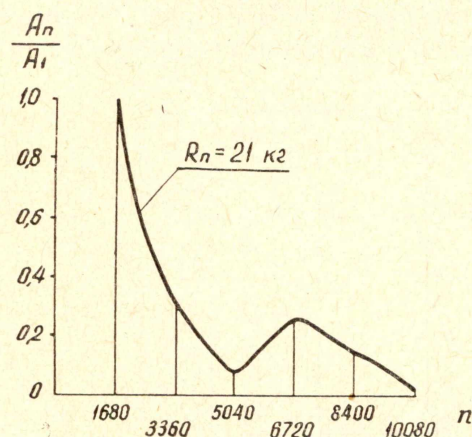


Рис. 2. Спектрограммы колебаний корпуса молотка KE-16 при давлении воздуха в сети 5 атм и различных усилиях нажатия

Для оценки вибрации молотков по санитарным нормам с учетом высших гармоник определены коэффициенты безопасности как отношение допустимой амплитуды вибрации к фактической. Коэффициент безопасности клепальных молотков увеличивается с увеличением веса молотка (табл. 1). Например, молотки KE-16 и KE-19 удовлетворяют нормам по первой и второй гармонике (частота 20—60 гц), KE-22 и KE-28 по первым трем (частота 16—50 гц), а KE-32 удовлетворяет санитарным нормам по всем субгармоникам практически при всех возможных режимах.

Покажем на примере молотка KE-28 необходимость оценки молотков по каждой гармонике в отдельности. В предельно основном режиме фактические амплитуда и частота вибрации основной гармоники молотка KE-28 соответственно равны 1,35 мм и 14 гц. Учитывая наличие субгармоник с частотой 50—80 гц, мы должны допустимую амплитуду 2,10 мм уменьшить в 2 раза, то есть она должна быть принята равной 1,05 мм. В этом случае молоток KE-28 не удовлетворяет санитарным нормам, так как коэффициент безопасности его меньше единицы ($\frac{1,05}{1,35} = 0,78$). При оценке по нор-

мам амплитуды каждой из высших гармоник в «плавающем» режиме (табл. 1) только амплитуда пятой гармоники меньше допустимой, а в предельно основном режиме молоток KE-28 удовлетворяет полностью требованиям санитарных норм. Следовательно, оценка молотков должна производиться с учетом амплитуды каждой гармоники.

Исходя из анализа режимов работы и спектра частот вибрации пневматических молотков, могут быть сформулированы основные требования к виброгасящим устройствам:

1) виброгасящее устройство должно быть рассчитано на передачу молотку возможных усилий нажатия рабочего (до 40 кг);

2) виброгасящее звено должно обеспечивать эффективную фильтрацию вибрации частотой до 360 гц и амплитудой до 3—4 мм.

Одним из путей резкого снижения вибрации, отвечающего указанным требованиям, является создание молотков с упругими (подпружи-

Таблица 1

Величины коэффициентов безопасности для шести гармоник молотка

| Режим работы молотка | Порядок гармоник | Коэффициенты безопасности для молотков | | | | | | | |
|----------------------|------------------|----------------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | МР-4 | МР-5 | МР-6 | КЕ-16 | КЕ-19 | КЕ-22 | КЕ-28 | КЕ-32 |
| | | Число ударов в минуту | | | | | | | |
| | | 3500 | 2200 | 1600 | 1900 | 1500 | 1100 | 950 | 800 |
| Плавающий | 1 | 0,65 | 1,13 | 2,08 | 7,8 | 1,28 | 5,8 | 1,16 | — |
| | 2 | 1,15 | 0,68 | 0,62 | 3,02 | 1,43 | 8,4 | 5,42 | — |
| | 3 | 0,30 | 0,22 | 0,43 | 1,95 | 0,93 | 4,26 | 2,90 | — |
| | 4 | 1,0 | 0,64 | 0,13 | 0,14 | 0,37 | 1,69 | 2,12 | — |
| | 5 | 2,05 | 0,15 | 0,2) | 0,26 | 0,13 | 0,66 | 0,16 | — |
| | 6 | 2,56 | 0,10 | 0,31 | 2,92 | 0,04 | 0,19 | 1,21 | — |
| Предельно основной | 1 | 0,56 | 0,93 | 2,55 | 5,97 | 1,12 | 3,27 | 1,55 | 2,82 |
| | 2 | 0,089 | 0,28 | 1,28 | 4,07 | 1,08 | 6,94 | 3,55 | 8,77 |
| | 3 | 0,26 | 0,47 | 0,63 | 0,83 | 0,74 | 2,30 | 2,51 | 3,93 |
| | 4 | 0,52 | 0,73 | 0,90 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 1,90 | 2,19 |
| | 5 | 1,31 | 0,14 | 0,15 | 0,48 | 0,05 | 0,21 | 1,48 | 1,13 |
| | 6 | 2,56 | 0,25 | 0,57 | 0,15 | 0,54 | 0,09 | 7,14 | 2,15 |

ненными) рукоятками и эластичными муфтами для изоляции левой руки рабочего от вибрации инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Ц. Андреева-Галанина, В. Г. Артамонова. Экспертиза трудоспособности при вибрационной болезни. Медгиз, Ленинград, 1963.
2. Н. Н. Малинская. Гигиеническая оценка ручного механизированного инструмента. Сб. П. Материалы семинара «Опыт борьбы с шумом и вибрацией в промышленности». Москва, Дом техники, 1963.
3. Сборник важнейших официальных материалов по вопросам гигиены труда и производственной санитарии. Выпуск II. Медгиз, 1962.
4. М. Г. Серебренников. Гармонический анализ. Гостехиздат, 1948.